

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

ISABELA CAROLINA BERTOLO DE ARAUJO

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP EM UMA EMPRESA DE
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES PARA SELEÇÃO DE
PRESTADORES DE SERVIÇO

ITUIUTABA

2024

ISABELA CAROLINA BERTOLO DE ARAUJO

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP EM UMA EMPRESA DE
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES PARA SELEÇÃO DE
PRESTADORES DE SERVIÇO

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao curso de graduação em
Engenharia de Produção, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando
Magnanini de Almeida

ITUIUTABA

2024

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP EM UMA EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES PARA SELEÇÃO DE PRESTADORES DE SERVIÇO

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao curso de graduação em
Engenharia de Produção, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia de Produção.
pela banca examinadora formada por:

Ituiutaba, 5 de novembro de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Luís Fernando Magnanini de Almeida
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda
Universidade Federal de Uberlândia

Dedico este trabalho aos meus pais, Fabiana e Vicente.

Agradeço aos meus pais, pelo amor, carinho e suporte incondicional ao longo de toda essa jornada. Vocês sempre acreditaram em mim e não mediram esforços, muitas vezes indo além do possível, para que eu pudesse realizar esse sonho. Sem o apoio de vocês, nada disso teria sido possível.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado nos momentos mais desafiadores, tornando os dias mais leves e alegres com a sua presença.

Agradeço a todo corpo docente da Universidade Federal de Uberlândia por todos os aprendizados transmitidos.

E agradeço ao meu orientador Luís Fernando Magnanini de Almeida por todo auxílio durante a execução do trabalho de conclusão de curso.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”.

Frederick Herzberg

RESUMO

No ambiente corporativo, a seleção de prestadores de serviço confiáveis desempenha um papel crucial, influenciando em diversos aspectos de uma empresa. A sua escolha criteriosa dos fornecedores deve estar alinhada com os objetivos e exigências específicas da organização. Para auxiliar nesse processo, a utilização de métodos decisórios é fundamental. Nesse contexto, a análise multicritério (MCDM), combinada com o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, oferece uma abordagem que permite a compreensão e avaliação dos elementos relevantes na tomada de decisão. O presente estudo teve como objetivo aplicar esse método na seleção de prestadores de serviços de uma empresa de *software*. A implementação do método proporcionou análises significativas, contribuindo para a seleção de fornecedores mais adequados e melhorias no processo decisório.

Palavras-chave: Análise multicritério, método AHP, gerenciamento de projetos.

ABSTRACT

In the corporate environment, the selection of reliable service providers plays a crucial role, influencing various aspects of a company. Your careful choice of suppliers must be aligned with the organization's specific objectives and requirements. To assist in this process, the use of decision-making methods is essential. In this context, multicriteria analysis (MCMA), combined with the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, offers an approach that enables understanding and evaluation of the relevant elements in decision-making. The aim of this study was to apply this method to the selection of service providers for a software company. The implementation of the method provided significant analysis, contributing to the selection of more suitable suppliers and the optimization of decision-making processes within the company analyzed.

Keywords: Multicriteria analysis, AHP method, project management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estrutura hierárquica AHP	9
Figura 2	Estrutura matricial	9
Figura 3	Fluxograma do processo de desenvolvimento de sites	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Métodos MCDM classificados conforme abordagem	8
Tabela 2	Índice de consistência RI	11
Tabela 3	Matriz julgamento para os critérios com os vetores normalizados	18
Tabela 4	Resultado dos índices para a consistência da matriz	19
Tabela 5	Normalização do critério custo	20
Tabela 6	Normalização do critério prazo	21
Tabela 7	Resultados dos índices de consistência para o prazo	21
Tabela 8	Normalização do critério qualidade	21
Tabela 9	Resultados dos índices de consistência para a qualidade	22
Tabela 10	Matriz de decisão	22
Tabela 11	Desempenho de critérios por fornecedor	23

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
MCDM	<i>Multi Criteria Decision Making Methods</i>
MADM	<i>Multiple Attribute Decision Making</i>
MODM	<i>Multiple Objective Decision Making</i>
UX	<i>User Experience</i>
UI	<i>User Interface</i>
CI	<i>Consistency Index</i>
RI	<i>Random Index</i>
RC	<i>Random Consistency Index</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	4
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	5
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	5
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	5
1.3	JUSTIFICATIVA	5
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	5
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1	ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	6
2.2	ANALYTIC HIERARCHY PROCESS	7
2.3	MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO	10
2.4	CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA	10
3	METODOLOGIA	12
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	12
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	12
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS.....	13
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - ETAPAS	13
4	RESULTADOS.....	14
4.1	EMPRESA ESTUDADA	14
4.2	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	14
4.3	UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES	16
4.3.1	IDENTIFICAÇÃO DE CRITÉRIOS.....	17
4.3.2	DETERMINAÇÃO DA IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS CRITÉRIOS	18
4.3.2.1	ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DAS AVALIAÇÕES.....	18
4.3.3	MATRIZES COMPARATIVAS DOS FORNECEDORES	20
4.3.4	AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DAS ALTERNATIVAS	20
4.3.5	<i>Avaliação global das alternativas</i>	22
4.4	DISCUSSÃO	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
5.1	CONCLUSÕES DO TRABALHO	25
5.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO E APLICAÇÃO FUTURA	25
6	REFERÊNCIAS.....	26

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Na gestão de desenvolvimento de *softwares*, a escolha de fornecedores adequados é importante para a entrega de serviços e produtos de excelência, exigindo uma avaliação abrangente de diversos critérios. Essa escolha não requer apenas a consideração de recursos financeiros, de modo que as métricas de confiabilidade e outros benefícios são levados em conta na tomada de decisão das empresas. “A crescente participação do fornecedor na performance geral da organização decorre em grande parte da recente ênfase na construção de relacionamentos de parceria, ao focarem em suas atividades fins (Viana; Alencar, 2011 P.2)”.

Nesse sentido, os esforços para atenderem a crescente demanda por processos de seleção de fornecedores são notórios. Ainda, segundo Viana e Alencar (2011), “a capacidade das organizações de atender às necessidades de seus clientes depende cada vez mais da qualidade dos produtos e serviços das empresas contratadas”.

Desse modo, a tomada de decisão sobre a escolha dos fornecedores deve considerar múltiplos critérios, alguns deles quantitativos e outros qualitativos.

O método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é proposto por Saaty (1980), é um método de decisão multicritério o qual, auxilia na tomada de decisões que levam em conta uma série de requisitos, sejam eles quantitativos ou qualitativos. “O fundamento do AHP consiste na decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho” (Saaty, 1990).

Nesse sentido, o presente estudo ocorreu em uma empresa de desenvolvimento de Software localizada em São Paulo. Trata-se de uma análise de requisitos para escolha estratégica de fornecedores para cada etapa de desenvolvimento de sites e aplicativos, aplicando-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O estudo tem por objetivo aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para melhorar a escolha de fornecedores dentro de uma empresa de desenvolvimento de *software*.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos do estudo são:

1. Estudar os processos e metodologias utilizadas pela empresa.
2. Identificação de gargalos existentes.
3. Analisar propostas de melhoria para o fluxo dos projetos a partir do *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

1.3 Justificativa

A empresa estudada estava apresentando atrasos nas entregas de seus projetos, devido a escolha de fornecedores. Desse modo, o estudo se justifica para contribuir na análise e melhoria de processos e métodos dentro da empresa, possibilitando o cumprimento de prazos e entregas de excelência.

A justificativa empresarial do estudo busca por meio da aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), evidenciar limitações e aplicar as melhorias na escolha de fornecedores da empresa.

1.4 Delimitação do trabalho

O estudo foi limitado na observação da escolha dos fornecedores para cada etapa de desenvolvimento, levando em consideração os projetos atuais, recursos, planejamento e equipe, visando a aplicação de melhorias oriundas da análise de decisão multicritério.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho foi estruturado no formato de monografia e é dividido em cinco capítulos: introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e considerações finais.

No primeiro capítulo é apresentada a contextualização dos temas envolvidos na pesquisa, objetivos e justificativas.

O segundo capítulo expõe a fundamentação teórica sobre desenvolvimento de soluções digitais, escolha de fornecedores, aplicação na análise multicritério pelo método AHP.

O terceiro capítulo aborda a metodologia de pesquisa utilizada no trabalho e suas etapas.

Por fim, o quarto capítulo apresenta os resultados da pesquisa e o plano de melhoria a ser seguido pela empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Análise de decisão multicritério

“Os métodos de decisão que consideram mais de um critério são definidos como métodos de decisão multicritério (métodos MCDM). Nesses métodos, algumas alternativas são avaliadas segundo um número de critérios definidos, sendo que cada critério induz a uma ordenação particular das alternativas, fazendo com que seja necessária a adoção de algum mecanismo capaz de construir uma ordenação geral de preferências, também chamada de ranking ou classificação” (Kahraman, 2008).

Vários autores categorizam os métodos MCDM segundo duas abordagens: *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) e *Multiple Objective Decision Making* (MODM) (Bhutta; Huq, 2002; Figueira; Greco; Ehrgot, 2005; Kahraman 2008).

“Embora a abordagem MADM proporcione soluções mais factíveis e passíveis de implementação, há situações em que é necessário modelar o problema de seleção de fornecedores por meio da abordagem MODM. A justificativa para adoção da abordagem MODM está no fato de que a decisão final desse problema influencia diferentes funções dentro de uma organização” (Bhutta; Huq, 2002).

2.2 *Analytic Hierarchy Process*

“De acordo com Forman e Selly (2001), o matemático Thomas L. Saaty foi um dos pioneiros da Pesquisa Operacional (PO) no final dos anos 1960 e autor do primeiro livro direcionado para projetos de pesquisa, feito para a Agência de Controle de Armas e Desarmamento do Departamento de Estado Americano. Dessa forma, Saaty é considerado o responsável pelo desenvolvimento do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e, segundo Belderrain e Costa (2009), trata-se de um dos métodos mais utilizados no apoio à decisão multicritério”.

“O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é definido por Saaty (1990), como uma quebra de uma situação complexa, não estruturada, em suas partes componentes; arrumam-se essas partes, ou variáveis em ordem hierárquica; designam-se valores numéricos e julgamentos subjetivos denotando a importância relativa de cada variável; e se sintetizam os julgamentos para determinar quais variáveis têm a mais alta prioridade e deveriam ser trabalhadas para influenciar os resultados da situação”.

“O método AHP, conforme apresentado por Sousa *et al.* (2017), consiste em três operações principais, incluindo a construção de hierarquia, análise de prioridade e verificação de consistência, apesar de ser uma estrutura considerada normativa, ainda carrega um nível de subjetividade”.

Para seguir com o processo de hierarquização proposto pelo método AHP, foi adaptado a escala absoluta proposta por Saaty (1987), com o objetivo de combinar uma mensuração relativa com uma absoluta.

Segundo Satty (1987) “a escala fundamental de números absolutos, conforme utilizada no AHP, permite a comparação de elementos aos pares para avaliar a intensidade de sua importância, preferência ou probabilidade, resultando em uma priorização consistente”.

A Tabela 1 ilustra a intensidade (de 1 a 9), definição e a justificativa de cada um dos itens.

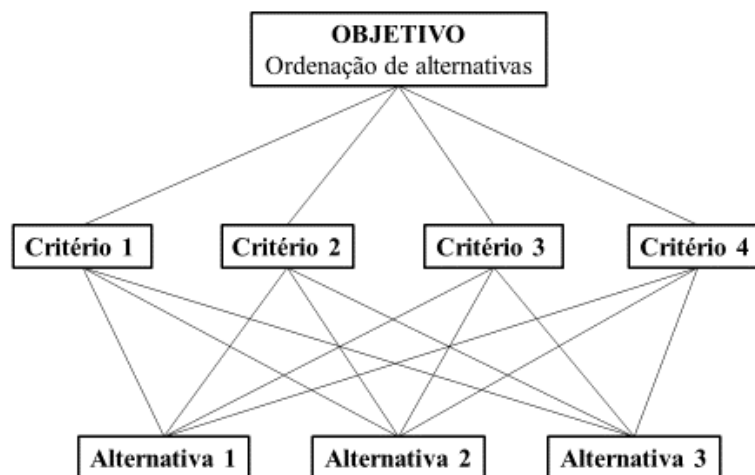
Tabela 1 – Métodos MCDM classificados conforme abordagem

Valor da Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de um critério sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério ao outro
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério ao outro
7	Importância muito grande ou mostrada	Um critério é muito fortemente favorecido em relação ao outro
9	Importância absoluta	A evidência favorece um critério em relação ao outro com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6,8	Valores intermediários entre julgamentos.	Uma implicação lógica da possibilidade de compromissos adicionais.

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

Segundo Saaty (1991), “a compreensão do problema e a identificação do objetivo devem ser compreendidos para serem alcançados, podendo, assim, seguir com a estrutura hierárquica em forma de árvore invertida, descendo da meta de decisão para os critérios e alternativas, em sucessivos níveis”, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Estrutura hierárquica AHP



Fonte: Adaptado de Ricardo Vargas (2023)

Para seguir com a aplicação do método, os dados relativos à estrutura hierárquica do problema em questão são coletados e utilizados para realizar a comparação paritária das alternativas por meio da escala fundamental.

As comparações paritárias geradas são organizadas em uma matriz quadrática, denotada por A , na qual os elementos da diagonal dessa matriz são iguais a 1. Se o valor do elemento (i, j) for maior que 1, isso indica que os valores na i -ésima linha são mais importantes que os da j -ésima coluna; caso contrário, o direcionamento na coluna j é mais relevante que o direcionamento na linha i , sendo o elemento (j, i) o recíproco de (i, j) . Ou seja, se $a_{ij} = S$ representa a importância das seleções i e sobre as seleções j , então $a_{ji} = 1 / S$, conforme representada na equação da Figura 2.

Figura 2 – Estrutura matricial

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} = [a_{ij}]_n = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Fonte: Jose Roberto Lessa (2024)

A partir do arranjo matricial com os valores definidos, é possível realizar os cálculos e obter o valor do vetor de prioridades da matriz.

2.3 Método de priorização

Saaty definiu e propôs como método de priorização o recurso do autovalor.

Segundo Saaty (1991), para garantir a consistência de uma matriz positiva recíproca, o seu autovalor máximo deve ser igual n .

Portanto, é definido para esse julgamento o autovetor representa a ordem de prioridades, enquanto o autovalor indica a consistência dos julgamentos. O método de Análise Hierárquica busca maximizar o autovalor, denotado por $\lambda_{\max}$, que pode ser calculado multiplicando a matriz de julgamento pelo vetor coluna de prioridade. Em seguida, dividindo o novo vetor resultante, w , pelo vetor original, possibilitando assim, a obtenção do valor de $\lambda_{\max}$.

2.4 Cálculo do índice de consistência

Para o método do autovalor proposto por Saaty, o índice de consistência da matriz denominado CI (*consistency index*), é calculado pela fórmula representada na Equação 1.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1) * RI}, \quad (1)$$

Por regra proposta por Satty (1980), se o índice de consistência for inferior a 0,1, considera-se que há consistência suficiente para as obrigações com os cálculos do método AHP. No entanto, se o valor for superior a 0,1, recomenda-se rever e refazer os julgamentos para manter o grau de consistência da matriz de julgamento.

Saaty (1991) ainda indica o uso da razão de consistência CR (*consistency ratio*), que considera a consistência de CI e o RI (*random consistency index*), que se relaciona com o tamanho n da amostra. Para isso, Saaty (1991) também sugere o uso da tabela com o RI das matrizes de ordem 1 a 15, conforme representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Índice de consistência RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Fonte: Adaptado Saaty (1991)

Utilizando os valores representados na tabela acima para se basear, é possível avaliar as matrizes para determinar as prioridades em níveis locais e globais, assim como comparar as alternativas e identificar a melhor escolha.

Em resumo, o processo de verificação da consistência dos índices baseia-se na definição do peso de cada critério em relação à meta de decisão. Esse processo inclui o cálculo do índice de consistência e do índice randômico, seguido da normalização e do cálculo do autovetor de cada critério, garantindo a análise de consistência necessária para a base de cálculos.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo consiste em uma pesquisa aplicada, propondo a resolução de um problema real com o estudo de conhecimentos. Booth et al (2016) classificam uma pesquisa como aplicada quando esta aborda um problema conceitual que tem consequências práticas.

Quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva, “pois além da busca pela familiaridade com um fenômeno e por maior compreensão sobre ele, a pesquisa propõe-se a retratar com precisão as características de uma determinada situação” (KOTHARI, 2004).

“Existem pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta” (Fonseca, 2002, p. 32). Os procedimentos técnicos utilizados na pesquisa são de caráter bibliográfico, procurando referências em estudos de caso.

Para Gerring (2006), “por estudo de caso se compreende o estudo intensivo de um único caso cujos objetivos incluem lançar luz sobre uma classe maior de casos, tratando-se aqui especificamente do processo de seleção de fornecedores”.

3.2 Técnicas de coleta de dados

Considerando que a pesquisa possui um caráter descritivo, o fornecimento de dados pode ser obtido por meios tais como entrevistas e análise de documentos.

A coleta de dados é concluída quando não se tem novas informações com os dados já coletados, sendo esses suficientes para que o estudo de caso possa prosseguir (Cauchick; Sousa, 2005).

Os dados utilizados por essa pesquisa foram fornecidos pela empresa, onde foram feitas entrevistas parcialmente estruturadas com os responsáveis pela gerência de projetos da empresa em questão.

3.3 Técnicas de análise de dados

Por meio de dados fornecidos pela empresa através de um questionário de coleta de dados, foi possível estruturar e aplicar os conceitos do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para o estudo.

3.4 Procedimentos metodológicos - Etapas

Com base nos relatórios fornecidos e entrevistas parcialmente estruturadas com colaboradores, foi possível notar a importância da aplicação que a metodologia trouxe para o andamento dos projetos.

Foi feita uma análise de requisitos pré-determinados que atendessem as necessidades de cada métrica do estudo, seguindo os fundamentos do método referido.

O procedimento metodológico definido a partir do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), foi sugerido para o estudo de caso pautado no principal problema da referida empresa de Desenvolvimento de Softwares.

Vale destacar que os dados da empresa foram utilizados apenas para verificar a aplicabilidade do método AHP no contexto estudado, não tendo ainda sido utilizado para a seleção real e concreta de fornecedores, mas sim, para demonstrar sua viabilidade como proposta de melhoria na seleção de fornecedores.

4 RESULTADOS

4.1 Empresa estudada

O estudo foi realizado em uma empresa de Desenvolvimento de *Softwares* localizada em São Paulo. A empresa atua no mercado desde 2011 e suas principais atividades são desenvolvimento de sites e aplicativos.

Outro serviço oferecido pela empresa é de *UX/UI design*, de maneira sucinta, podemos entender o *UX* como responsável pela experiência como um todo, focando na funcionalidade do produto, já o *UI* cuida da parte visual e interativa, focando em como o produto se apresenta ao usuário final.

Além dos serviços citados anteriormente, a empresa também fornece consultoria em marketing digital.

Pode-se destacar que o principal serviço fornecido pela empresa é o desenvolvimento de sites personalizados, para clientes de diversos ramos e localidades no Brasil.

Para isso, a empresa utiliza fornecedores parceiros, de modo que a escolha deles é fundamental para o sucesso do negócio, sendo considerados diversos aspectos para essa seleção.

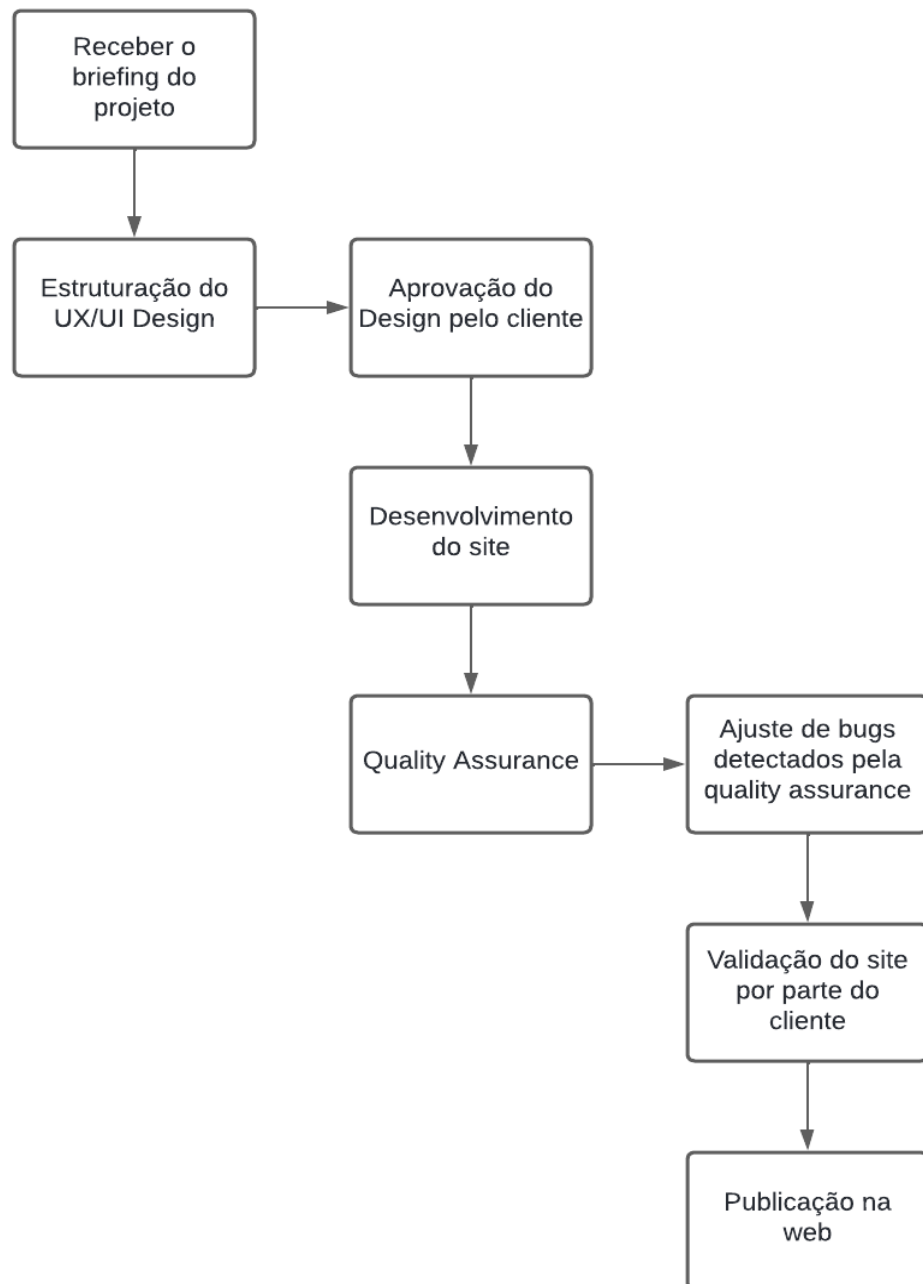
O processo para a escolha de fornecedores leva em consideração a análise dos tomadores de decisão e a experiências dos fornecedores.

A proposta do presente estudo é a utilização do método AHP para a seleção de fornecedores para projetos considerados grandes dentro da empresa. Esses projetos têm a duração média de 6 meses incluindo todas as etapas e tratando-se de um site que possui uma média de 45 telas a serem projetadas, com as integrações e laços necessários.

4.2 Mapeamento da realidade empresarial

O processo de desenvolvimento de sites personalizados segue o fluxo representado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do processo de desenvolvimento de sites



Fonte: Autoria própria

A partir do momento que o escopo e especificação do projeto são definidas, é necessário que o cronograma do projeto seja definido.

Com o cronograma elaborado, a primeira fase consiste na elaboração das tarefas relacionadas ao *design* de UX. Isso inclui a criação de um *sitemap*, a concepção do layout do projeto e a redação, resultando na elaboração do *design*

system, que é então submetido à aprovação do cliente, com possibilidade de ajustes em uma rodada subsequente.

Uma vez obtida a aprovação do cliente, procede-se com a preparação de arquivos para a fase de desenvolvimento, a qual abrange o *front-end*, *back-end*, desenvolvimento do painel administrativo e integrações necessárias. Sendo o *front-end* seção de um site ou aplicativo que é visível e interativo para os usuários e o *back-end* sendo o responsável por garantir o funcionamento de todos os componentes do projeto.

Após a conclusão do desenvolvimento, inicia-se a etapa de *quality assurance*, na qual ocorre a validação minuciosa de *layout*, direcionamentos, integração de *links* e páginas e usabilidade. Esta etapa também está sujeita a rodadas de ajustes, conforme necessário.

Uma vez que todos os pontos estão devidamente ajustados, o projeto passa por uma validação interna pelo gerente responsável e é submetido à aprovação final do cliente. Após a aprovação, o projeto é publicado e a documentação completa, juntamente com o termo de entrega, são enviados ao cliente.

No entanto, observou-se que os projetos estavam enfrentando dificuldades em cumprir os prazos estabelecidos em cronograma. Os atrasos estavam principalmente concentrados na fase de desenvolvimento, o que destacou a necessidade de buscar alternativas para a escolha de fornecedores na área, a fim de solucionar esse gargalo.

Para resolver essa questão foi proposto a utilização do método AHP para apoiar a seleção e alocação dos fornecedores no projeto.

4.3 Utilização do método AHP para seleção dos fornecedores

A proposta de utilização do método AHP para a seleção de fornecedores foi testada por meio de um piloto conduzido na área de grandes dentro da empresa, os quais realizam projetos com duração aproximada de 6 meses uma média de 45 telas a serem projetadas, com as integrações e laços necessários, pois são projetos cruciais e nos quais a empresa possuía melhor histórico dos fornecedores.

4.3.1 Identificação de critérios

Com o objetivo definido, o primeiro passo foi a seleção dos critérios relevantes, obtidos através de questionários enviados à equipe envolvida na gestão do projeto de desenvolvimento de sites.

A equipe é composta por um gerente de projetos, responsável por coordenar toda a operação; um estagiário, que oferece suporte; um designer, encarregado de criar a identidade visual do site; um desenvolvedor, que será selecionado para implementar essa identidade visual no código; e um analista de qualidade, responsável por realizar os testes após o desenvolvimento.

Os critérios escolhidos como mais importantes são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1- Identificação de
critérios
Prazo
Qualidade
Custo
Fonte: Autoria própria

A qualidade da entrega é um critério importante, pois está diretamente atrelada a necessidade de retrabalhos que podem alterar prazos e acarretar custos inesperados, além de impactar diretamente a satisfação dos clientes e dos usuários, sendo elencado como o critério de mais relevância, a qualidade está dimensionada através da média realizada pelos *bugs* detectados na entrega dos trabalhos desenvolvidos por cada programador, utilizando-se uma mesma quantidade de amostra.

O prazo, aqui entendido como a entrega dentro do prazo estabelecido, é apresentado como um fator crucial, dado que atrasos podem levar a insatisfação dos clientes e a perda de oportunidades competitivas, sendo medido pelo prazo de entrega em dias que o programador é capaz de cumprir. Por sua vez o custo se destaca como um dos principais fatores que leva à contratação do serviço pelo cliente, sendo fundamental para a sustentabilidade econômica da empresa e da sua lucratividade, sua análise é realizada pelo valor por hora de trabalho cobrada por cada programador.

4.3.2 Determinação da importância relativa dos critérios

Com os critérios de relevância previamente estabelecidos, foi feito um julgamento com o gerente de projetos, a fim de se construir uma matriz julgamento, conforme Tabela 3.

A partir da definição da matriz de julgamento de um critério sobre o outro, foi realizado o cálculo do vetor de prioridades normalizando os critérios.

O vetor de prioridades foi calculado utilizando o método de autovalor, seu peso foi obtido e a normalização da média geométrica, a qual foi normalizada a fim de se estabelecer a importância relativa de cada critério dentro da tomada de decisão. Para a construção da matriz julgamento foi feito a comparação dos critérios par a par com base na escala Saaty.

Tabela 3 – Matriz julgamento para os critérios com os vetores normalizados

Critérios					
Critérios	Prazo de entrega	Qualidade	Custo (R\$)	Autovetor	Normalização
Prazo	1	4	3	2,29	61,44%
Qualidade	1/4	1	1/3	0,44	11,72%
Custo	1/3	3	1	1,0	26,84%
Soma	1,58	8,00	4,33	3,73	1,00

Fonte: Autoria própria

4.3.2.1 Análise de consistência das avaliações

A análise da consistência dos critérios par a par foi realizada seguindo a equação: $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1) \cdot RI}$, onde n é a ordem das matrizes de comparação e λ_{max} é o autovalor máximo da matriz A.

A matriz calculada foi a seguinte:

$$A \cdot W_n = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 0,25 & 1 & 0,333 \\ 0,333 & 3 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,61 \\ 0,11 \\ 0,26 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Com o índice de consistência da matriz calculado, foi possível comparar o valor obtido com os valores limiares determinados por Saaty para índices randômicos, considerando $n=3$ para uma matriz 3×3 , com peso 0,58 utilizando-se a equação 2 apresentada anteriormente.

A Tabela 4 ilustra os valores para os índices previamente calculados, apresentando o RC em porcentagem.

Tabela 4 – Resultado dos índices para a consistência da matriz

$\lambda_{\max}$	3,07
CI	0,04
RI	0,58
RC	6,34%

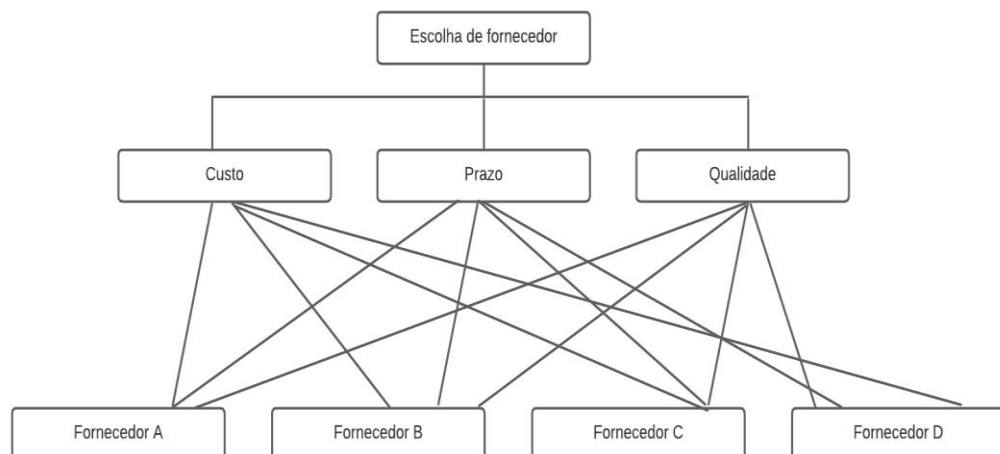
Fonte: Autoria própria

Sendo assim, a matriz de julgamento foi apontada como consistente e o valor obtido foi:

$$RC(A) \approx 0,06$$

Uma vez definidos os critérios e sua importância relativa, optou-se por testar o modelo na seleção e priorização de quatro fornecedores, nomeados genericamente de A, B, C, D. A Figura 3 ilustra a Estrutura hierárquica do problema.

Figura 3 – Estrutura hierárquica do problema



Fonte: Autoria própria

4.3.3 Matrizes comparativas dos fornecedores

Cada critério foi então julgado com relação aos respectivos fornecedores por meio de matrizes comparativas. Os dados relacionados a custo foram obtidos através de documentos de propostas de orçamento realizados pelos fornecedores, e o prazo e qualidade foram obtidos por meio de julgamentos realizados pelo gestor tendo como base a escala Saaty, tendo como base o histórico de cada fornecedor com relação a esses critérios.

4.3.4 Avaliação individual das alternativas

Após realizar os cálculos para certificar o índice de consistência da matriz, foram calculadas também as alternativas individualmente para checar a consistência de cada.

A Tabela 5 representa o cálculo do critério custo, harmonizando e normalizando o vetor em porcentagem. Como a análise teve como base valores absolutos e não julgamentos, não é necessário calcular a consistência para esse critério.

Tabela 5 – Normalização do critério custo

-	Custo	Harmonização	Normalização
A	R\$ 100,00	2,6	20,69%
B	R\$ 80,00	3,25	25,86%
C	R\$ 80,00	3,25	25,86%
D	R\$ 75,00	3,466666667	27,59%
Soma	R\$ 260,00	13	100,00%

Fonte: Autoria própria

A Tabela 6 representa os cálculos para o quesito entregas no prazo de acordo com o julgamento do gestor sobre os respectivos fornecedores tendo como base no seu histórico.

Tabela 6 – Normalização do critério prazo

Prazo	A	B	C	D	Autovetor	Normalização
A	1	1/5	4	1/3	0,7186082	12,62%
B	5	1	9	1/2	2,1779386	38,25%
C	1/4	1/9	1	1/7	0,2509862	4,41%
D	3	2	7	1	2,5457299	44,71%
Soma	9,25	3,31111	21	1,97619	5,6932629	100,00%

Fonte: Autoria própria

Os cálculos dos índices para a checar a consistência da matriz representada na tabela acima, estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados dos índices de consistência para o prazo

$\Lambda_{\max}$	4,24
CI	0,08
RI	0,9
RC	9,02%

Fonte: Autoria própria

Os índices calculados para essa matriz 4x4 em relação ao prazo de entrega de cada fornecedor se mostraram consistentes, o RC novamente foi apresentado em porcentagem, o valor obtido foi:

$$RC(A) \approx 0,09$$

Considerado consistente dentro da escala de Saaty para $n=4$.

Por fim, o mesmo procedimento foi realizado para a matriz comparativa do critério qualidade, sendo eles também julgados pelo gestor com relação ao seu histórico na empresa, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Normalização do critério qualidade

Qualidade	A	B	C	D	Autovetor	Normalização
A	1	1/4	1	1/2	0,5	12,63%
B	4	1	4	2	2	50,52%
C	1	1/4	1	3	0,908560296	22,95%
D	1/2	1/2	1/3	1	0,550321208	13,90%
Soma	6,5	2	6,333333	6,5	3,958881505	100,00%

Fonte: Autoria própria

Dessa maneira, os índices de consistência calculados estão representados na Tabela 9, também se mostrando consistentes de acordo com a escala definida por Saaty para todo $n=4$.

Tabela 9 – Resultados dos índices de consistência para a qualidade

$\lambda_{\max}$	4,19
CI	0,06
RI	0,9
RC	6,98%

Fonte: Autoria própria

Sendo o $RC(A) \approx 0,07$

4.3.5 Avaliação global das alternativas

Após realizar a avaliação individual das alternativas, foi realizada a sua avaliação global. A matriz de decisão com seus respectivos pesos e cálculos de vetores, foram apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Matriz de decisão

Critérios					
-	Prazo de entrega	Qualidade	Custo	Avaliação global	Ordem
Vetor critério	11,72%	26,84%	61,44%	100%	-
Fornecedor A	12,62%	12,63%	20,69%	17,58%	4
Fornecedor B	38,25%	50,52%	25,86%	33,93%	1
Fornecedor C	4,41%	22,95%	25,86%	22,57%	3
Fornecedor D	44,71%	13,90%	27,59%	25,92%	2

Fonte: Autoria própria

Através dos resultados obtidos utilizando-se o método AHP, foi possível analisar e determinar, que, o fornecedor B por possuir uma avaliação global maior que

os demais, possui prioridade para ser escolhido para a prestação de serviços para a empresa em questão.

Entre os outros fornecedores, a sequência de escolha pela avaliação global é dada pela seguinte ordem: D, C e A.

4.4 Discussão

Fazendo uma análise entre os resultados obtidos para os prestadores de serviço considerados para a escolha, apresentados na Tabela 11, foi possível determinar que o fornecedor B apresenta resultados superiores aos demais, tendo avaliação superior no critério qualidade, dado que é o critério com maior peso entre os requisitos.

Tabela 11 – Desempenho de critérios por fornecedor

Critérios					
-	Prazo de entrega	Qualidade	Custo	Avaliação global	Ordem
Vetor critério	11,72%	26,84%	61,44%	100%	-
Fornecedor A	12,62%	12,63%	20,69%	17,58%	4
Fornecedor B	38,25%	50,52%	25,86%	33,93%	1
Fornecedor C	4,41%	22,95%	25,86%	22,57%	3
Fornecedor D	44,71%	13,90%	27,59%	25,92%	2

Fonte: Autoria própria

Ao analisar os resultados, fica evidente que a qualidade é um fator crítico, pois contribui para evitar retrabalhos e custos adicionais, além de possibilitar a entrega do projeto dentro do prazo prometido. Nesse cenário, o fornecedor B se destaca em segundo lugar sem ranking de cumprimento de prazos.

O fornecedor C, por sua vez, apresenta melhor desempenho no ranking de qualidade em comparação ao fornecedor D e possui uma média de custo equivalente ao fornecedor B. No entanto, sua incapacidade de atender ao prazo de entrega exige necessariamente sua adequação como escolha viável.

Já o fornecedor A obteve os resultados inferiores em todos os critérios avaliados. Apesar de sua longa parceria com a empresa, o nível de serviço vem caindo significativamente. Esta situação reforça a importância de manter uma rede de fornecedores reduzida e confiável, que proporcione sinergia e benefícios mútuos

ao longo do tempo. No entanto, no caso do fornecedor A, a relação comercial já não se mostra vantajosa para ambas as partes, diminuindo a necessidade de reavaliar essa parceria.

Por fim, conclui-se que o método AHP foi aplicado de forma eficaz, permitindo uma análise detalhada dos fornecedores e critérios avaliados. O sucesso do método demonstra seu potencial para aplicações futuras, seja em mudanças no banco de fornecedores desse serviço específico, seja na análise de fornecedores de outros serviços prestados à empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões do trabalho

A análise de decisão multicritério (MCDM), combinada com fatores relevantes para a escolha de prestadores de serviços, aliada ao uso do método AHP, permitiu a obtenção satisfatória de um ranking dos fornecedores, enfatizando aquele que se alinha melhor às exigências da empresa. Dado que a tomada de decisão no ambiente corporativo é de extrema importância e requer cautela, diversos fatores foram considerados, visto que uma escolha equivocada pode resultar em danos financeiros, perda de credibilidade no mercado devido ao não cumprimento de prazos contratuais ou à falha em atender aos requisitos estabelecidos para o projeto em questão.

O objetivo deste trabalho foi aplicar o método AHP na seleção de fornecedores para o desenvolvimento de sites, levando em conta a solução oferecida pela empresa com maior demanda. Os resultados obtidos atenderam às necessidades e objetivos estabelecidos pela pesquisa, fornecendo dados cruciais para embasar decisões da empresa, com foco na escolha consistente e adequada de um prestador de serviço de software.

5.2 Limitações do estudo e aplicação futura

O trabalho se limitou em aplicar métodos para a escolha de prestadores de serviço no ramo de desenvolvimento de *softwares*, visto que o maior gargalo apontado pela empresa se concentrava nesta fase de desenvolvimento.

Para uma aplicação futura, é possível incluir outros critérios que passem a ser relevantes de acordo com as necessidades e o cenário da empresa.

Além disso, a análise de decisão multicritério (MCDM) e o método AHP podem ser aplicados para a escolha de fornecedores de outras áreas e processos da empresa.

Uma vez que a aplicação do estudo possibilitou que a empresa tivesse uma visão de artefatos que pudessem auxiliar na eliminação de gargalos, mostrando pontos importantes a serem trabalhados e implementados visando a melhor execução de projetos futuro.

REFERÊNCIAS

BELDERRAIN, M. C. N.; COSTA, T. C. **Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão**. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA – XV ENCITA. São José dos Campos, SP, 2009.

BHUTTA, K. S.; HUQ, F. **Supplier selection problem: a comparison of the Total Cost Ownership and Analytic Hierarchy Process approaches**.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS J. M. **The craft of research**. University of Chicago press, 2016.

CAUCHICK, P. A. M.; SOUSA, R. (2005) **O Método do Estudo de Caso na Engenharia de Produção**. Cap 6.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, Sem II. 2008.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Criteria Decision Analysis**. Springer Science, 2005. 1085 p. PMCID:1739777.

FORMAN, E. H.; SELLY, M. A. **Decision by objectives: how to convince others that you are right**. World Scientific Pub Co Inc, 1st edition, 2001.

GERRING, J. (2006). **Case study research: Principles and practices**. Cambridge university press, 2006.

KAHRAMAN, C. Fuzzy Multicriteria Decision Making - **Theory and Applications with Recent Developments**. Turkey: Springer Science, 2008.

Lessa, J. Roberto; **Tipos de matrizes e operações**. Acesso em 27. 2024.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill. 1980.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. RWS Publications, Pittsburgh, 1990.

SOUSA, J. V.; JERÔNIMO, T. B.; MELO, F. J. C.; AQUINO, J. T. **Uso do AHP para identificação de perdas da qualidade em empresas de manufatura: um estudo de caso**. Exacta, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 89-100, 2017.

VARGAS, Ricardo; **Utilizando a Programação Multicritério (AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio**. Acesso em 14 out. 2024.

VIANA, Joana Coelho; ALENCAR, Luciana Hazin. **Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura**. Produção, Recife, v. 2, n. 1, p.1-2, nov. 2011.